

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas

Escuela Profesional de Ingeniería Biotecnológica



**“ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD DE MICORRIZAS ENDÉMICAS
ASOCIADAS A PLANTAS DEL GÉNERO *Solanum* PROVENIENTES DEL
DESIERTO DE LA JOYA Y EVALUACIÓN DE SU EFECTO EN TOMATE
COMERCIAL BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO”**

Tesis presentada por el Bachiller:

Vega Herrera, Sergio Sebastian

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Biotecnólogo

Asesor:

Mg. Sc. Bardales Álvarez, Roxana Margarita

AREQUIPA-PERÚ

2019

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA
Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas
y Biotecnológicas
Escuela Profesional de Ingeniería Biotecnológica

Expediente N° 20180000041967

N° Trámite en Fac. 406-2018
Fecha Recep. Fac. 17-09-2018

FORMATO UNICO PARA TRAMITACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

DE: **VEGA HERRERA, Sergio Sebastian**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO BIOTECNOLOGO

"AISLAMIENTO, IDENTIFICACION Y CULTIVO DE HONGOS MICORRIZICOS PROVENIENTES
DE PLANTAS DE TOMATE (*Lycopersicum sp.*) DEL DESIERTO DE LA JOYA BAJO
CONDICIONES CONTROLADAS"

DICTAMINADORES: Ing. Cinthia Córdova Barrios 2) Mgter. Jeaneth Medina Pérez

DICTAMEN DE PLAN: Señor Decano de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas, en atención a su designación, el Jurado Dictaminador del Plan de Tesis informa que: hechas las observaciones y subsanadas las correcciones, consideramos se encuentra APTO para continuar con el trámite de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad

Atentamente

FIRMAS:

FECHA 09/10/2018

ASESOR: Mgter. Roxana Bardales Álvarez

DICTAMEN ASESORIA: Señor Decano de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas, en atención a su designación como asesora del trabajo de investigación presentado por el recurrente, tengo a bien informar que luego de verificado el cumplimiento de los objetivos y la redacción del informe con los resultados, discusión y conclusiones correspondientes y debiendo cambiar el título a: "ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD DE MICORRIZAS ENDEMICAS ASOCIADAS A PLANTAS DEL GENERO SOLANUM PROVENIENTES DEL DESIERTO DE LA JOYA Y EVALUACION DE SU EFECTO EN TOMATE COMERCIAL BAJO CONDICIONES DE IN VITRO E INVERNADERO", considero que el presente trabajo está APTO para continuar con el trámite, en conformidad al Reglamento de Grados y Títulos de nuestra Facultad

Atentamente

FIRMA

FECHA 30/10/2019

DICTAMINADORES BORRADOR DE TESIS:

- 1) Ing. Cinthia Córdova Barrios 3) Mgter. José Carpio Carpio
2) Mgter. Jaime Barredo del Carpio

DICTAMEN FINAL: Señor Decano de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas, atendiendo a su designación como Dictaminadores del presente Borrador de Tesis sugiriendo se cambie el título a: "ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD DE MICORRIZAS ENDEMICAS ASOCIADAS A PLANTAS DEL GENERO Solanum PROVENIENTES DEL DESIERTO DE LA JOYA Y EVALUACION DE SU EFECTO EN TOMATE COMERCIAL BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO" y luego de hechas las observaciones y correcciones pertinentes, cumpliendo con las exigencias mínimas establecidas para un trabajo de investigación de Tesis profesional, por lo que consideramos APTO para continuar con los trámites estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad.

Atentamente

FIRMA

FECHA 25-11-19

JURADOS: PRESIDENTE ING. CINTHIA CORDOVA BARRIOS
VOCAL MAG. JAIME BARREDO DEL CARRIO
SECRETARIO MAG. JOSE CARRIO CARRIO

FECHA 10/12/19

HORA 19.30

LOCAL C-402

10 3 DIC 2019

FIRMA DEL DECANO

FECHA

*A mi madre, padre y familiares
que me alentaron y apoyaron para
la realización de este trabajo.*

*Al Mg. Sc. Saúl Pérez
por las recomendaciones y apoyo.*

*A Nelly por su compañía
y cooperación en este trabajo.*

*“Las plantas no tienen raíces,
tienen micorrizas”*

J. L. Harley

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE TABLAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
HIPOTESIS	xvii
OBJETIVOS.....	xviii
OBJETIVO GENERAL.....	xviii
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	xviii
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	xix
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1. MICORRIZAS.....	1
1.1. GENERALIDADES	1
1.2. TIPOS DE MICORRIZAS	1
1.2.1. ECTOMICORRIZAS	1
1.2.2. ENDOMICORRIZAS	2
a) Arbúsculares	2
b) Ericoide.....	2
c) Arbutoides	2
d) Monotropoides.....	2
e) Orquidoide.....	2
1.2.3. ECTOENDOMICORRIZAS	3

1.3.	VESÍCULO-ARBÚSCULARES.....	3
1.3.1.	CLASIFICACIÓN Y TAXONOMÍA	4
1.3.2.	DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA DE MICORRIZAS.....	7
1.3.3.	SIMBIOSIS MICORRÍCICA.....	8
1.3.4.	CICLO DE VIDA DE LAS MICORRIZAS	9
1.3.5.	BENEFICIOS DE LAS MICORRIZAS	10
1.4.	<i>Solanum lycopersicum</i> (TOMATE).....	10
1.4.1.	GENERALIDADES.....	10
1.4.2.	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	10
1.4.3.	TAXONOMÍA	11
1.4.4.	CICLO FENOLÓGICO	11
1.4.5.	NUTRICIÓN Y DEFICIENCIAS.....	12
1.5.	DESIERTO PAMPAS DE LA JOYA	13
1.6.	ANÁLISIS DE DIVERSIDAD	14
1.6.1.	DIVERSIDAD ALFA	14
1.6.2.	DIVERSIDAD BETA	14
1.6.3.	DIVERSIDAD GAMA	14
	CAPÍTULO II	15
	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
2.	MATERIALES	15
2.1.	MATERIAL DE VIDRIO	15
2.2.	EQUIPOS DE LABORATORIO	15
2.3.	REACTIVOS.....	16
2.4.	OTROS	17
2.5.	AMBIENTES DE TRABAJO	17
2.6.	MÉTODOS	18

2.6.1.	DESCRIPCION DE ZONAS DE MUESTREO	18
2.6.1.1.	RECOLECCIÓN DE MUESTRA	18
2.6.1.2.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	19
2.6.2.	ANÁLISIS DE DIVERSIDAD	19
2.6.3.	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE MICORRIZAS SOBRE <i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> EN CONDICIONES DE INVERNADERO .	22
a)	Cultivo de micorrizas	22
b)	Densidad de esporas	22
c)	Diseño experimental	22
d)	Clarificación y tinción de raíces	24
e)	Determinación de porcentaje de colonización	24
CAPITULO III	26
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1.	DESCRIPCION DE ZONAS DE MUESTREO	26
3.2.	ÁNÁLISIS DE DIVERSIDAD	30
3.2.1.	ANÁLISIS ECOLÓGICO	30
3.2.2.	IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES	34
3.3.	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE MICORRIZAS SOBRE <i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> EN CONDICIONES DE INVERNADERO	36
CONCLUSIONES	62
SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	64
ANEXOS		
ANEXO I:	ÁNÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA ZONA A	
ANEXO II:	ÁNÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA ZONA B	
ANEXO III:	ÁNÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA ZONA C	

ANEXO IV: ANOVAS PARA NÚMERO DE HOJAS – INVERNADERO

ANEXO V: ANOVAS PARA TAMAÑO DE HOJAS – INVERNADERO

ANEXO VI: ANOVAS PARA TAMAÑO DE PARTE AÉREA – INVERNADERO

ANEXO VII: ANOVAS PARA TAMAÑO DE RAÍZ – INVERNADERO

ANEXO VIII: ANOVAS PARA NÚMERO DE RAÍCES – INVERNADERO

ANEXO IX: ANOVAS PARA DIAMETRO DE RAÍZ – INVERNADERO

ANEXO X: ANOVAS PARA PORCENTAJE DE COLONIZACIÓN –
INVERNADERO

ANEXO XI: ANOVAS PARA PESO FRESCO DE HOJAS – INVERNADERO

ANEXO XII: ANOVAS PARA PESO SECO DE HOJAS – INVERNADERO

ANEXO XIII: ANOVAS PARA PESO FRESCO DE TALLO – INVERNADERO

ANEXO XIV: ANOVAS PARA PESO SECO TALLO – INVERNADERO

ANEXO XV: CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

ANEXO XVI: COMPOSICIÓN DE POLIVINIL LACTOGLICEROL (PVLG)

ANEXO XVII: COMPOSICIÓN DEL REAGENTE DE MELZER

ANEXO XVIII: ECUACIONES PARA LOS ÍNDICES

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de micorrizas.....	3
Figura 2. Endomicorriza vesículo-arbúscular	4
Figura 3. Árbol filogenético de Glomerycota.	5
Figura 4. Tipos de paredes reconocidas en micorrizas arbúsculares.	6
Figura 5. Relación simbiótica entre plantas y micorrizas en un ecosistema.	8
Figura 6. Ciclo de vida de la micorriza arbúscular.	9
Figura 7. Características botánicas del tomate	11
Figura 8. Etapas fenológicas del tomate.	12
Figura 9. Zonas de búsquedas vistas por Google Earth.	18
Figura 10. Proceso de aislamiento de micorrizas.....	20
Figura 11. Vouchers de micorrizas	21
Figura 12. Producto de micorriza comercial, Raíz-Forte.....	24
Figura 13. Croquis diseño factorial completamente aleatorio.	25
Figura 14. Solanum pseudocapsicum L..	26
Figura 15. Descripción geográfica de cada zona..	29
Figura 16. Graficas de riqueza y abundancia.	31
Figura 17. Curva de acumulación de especies	33
Figura 18. HMA encontradas por zonas.	34
Figura 19. Esporas identificadas..	35
Figura 20. Esporas no identificadas	35
Figura 21. Cuadros de número de hojas.....	38
Figura 22. Cuadros de tamaño de hojas.	40
Figura 23. Cuadros de tamaño de parte aérea.	42
Figura 24. Cuadros de tamaño de raíz.....	44
Figura 25. Cuadros de número de raíces.	46
Figura 26. Cuadros de diámetro de raíz..	48
Figura 27. Cuadros de porcentaje de colonización.	50
Figura 28. Cuadros de peso fresco de hojas.	52
Figura 29. Cuadros de peso seco de hojas.....	54
Figura 30. Cuadros de peso fresco de tallo.	56
Figura 31. Cuadros de peso seco de tallo.	58

Figura 32. Raíces colonizadas por HMA.	60
Figura 33. Plantas de <i>Solanum lycopersicum</i> , con micorriza nativa y con micorriza comercial.	61



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de variables	xix
Tabla 2. Número de micorrizas vesículo-arbúsculares reportadas por periodos	7
Tabla 3. Absorción de nutrimentos en cada etapa fenológica.....	12
Tabla 4. Deficiencia del cultivo de tomate por cada nutrimento	13
Tabla 5. Descripción de factores, niveles y tratamientos	23
Tabla 6. Descripción de muestreo por zona	27
Tabla 7. Locación y características físico químicas de cada zona de muestreo.....	28
Tabla 8. Parámetros ecológicos de las comunidades de micorrizas arbúsculares para cada zona.....	31
Tabla 9. Valores de abundancia, abundancia relativa y frecuencia de aislamiento de las micorrizas en cada zona de muestreo	32
Tabla 10. Número de hojas de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de diferentes sustratos y diferentes micorrizas por diferentes días de evaluación.	37
Tabla 11. Número de hojas de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de micorriza por sustrato en cada día de evaluación.	38
Tabla 12. Tamaño de hojas (cm) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de diferentes sustratos y diferentes micorrizas por diferentes días de evaluación.	39
Tabla 13. Tamaño de hojas (cm) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de micorriza por sustrato en cada día de evaluación.	40
Tabla 14. Tamaño de parte aérea (cm) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de diferentes sustratos y diferentes micorrizas por diferentes días de evaluación.....	41
Tabla 15. Tamaño de parte aérea de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de micorriza por sustrato en cada día de evaluación.	42
Tabla 16. Tamaño de raíz (cm) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de diferentes sustratos y diferentes micorrizas por diferentes días de evaluación.	43
Tabla 17. Tamaño de raíz (cm) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de micorriza por sustrato en cada día de evaluación.	44
Tabla 18. Número de raíces de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de diferentes sustratos y diferentes micorrizas por diferentes días de evaluación.	45
Tabla 19. Número de raíces de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de micorriza por sustrato en cada día de evaluación.	46

Tabla 20. Diámetro de raíz (cm) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de diferentes sustratos y diferentes micorrizas por diferentes días de evaluación.	47
Tabla 21. Diámetro de raíz (cm) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de micorriza por sustrato en cada día de evaluación.	48
Tabla 22. Porcentaje de colonización de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de diferentes sustratos y diferentes micorrizas por diferentes días de evaluación.	49
Tabla 23. Porcentaje de colonización de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de micorriza por sustrato en cada día de evaluación.	50
Tabla 24. Peso fresco hojas (g) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de diferentes sustratos y diferentes micorrizas por diferentes días de evaluación.	51
Tabla 25. Peso fresco hojas (g) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de micorriza por sustrato en cada día de evaluación.	52
Tabla 26. Peso seco hojas (g) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de diferentes sustratos y diferentes micorrizas por diferentes días de evaluación.	53
Tabla 27. Peso fresco hojas (g) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de micorriza por sustrato en cada día de evaluación.	54
Tabla 28. Peso fresco tallo (g) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de diferentes sustratos y diferentes micorrizas por diferentes días de evaluación.	55
Tabla 29. Peso fresco tallo (g) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de micorriza por sustrato en cada día de evaluación.	56
Tabla 30. Peso seco tallo (g) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de diferentes sustratos y diferentes micorrizas por diferentes días de evaluación.	57
Tabla 31. Peso seco tallo (g) de <i>Solanum lycopersicum</i> , valores de micorriza por sustrato en cada día de evaluación.	58

LISTA DE ABREVIATURAS

HMA: Hongos micorrizicos arbúsculares.

GPS: Global positioning system.

HUSA: Herbarium arequipensis.

UCSM: Universidad Católica de Santa María.

UNSA: Universidad Nacional de San Agustín.

PVLG: Polivinil lactoglicerol.

S: Riqueza.

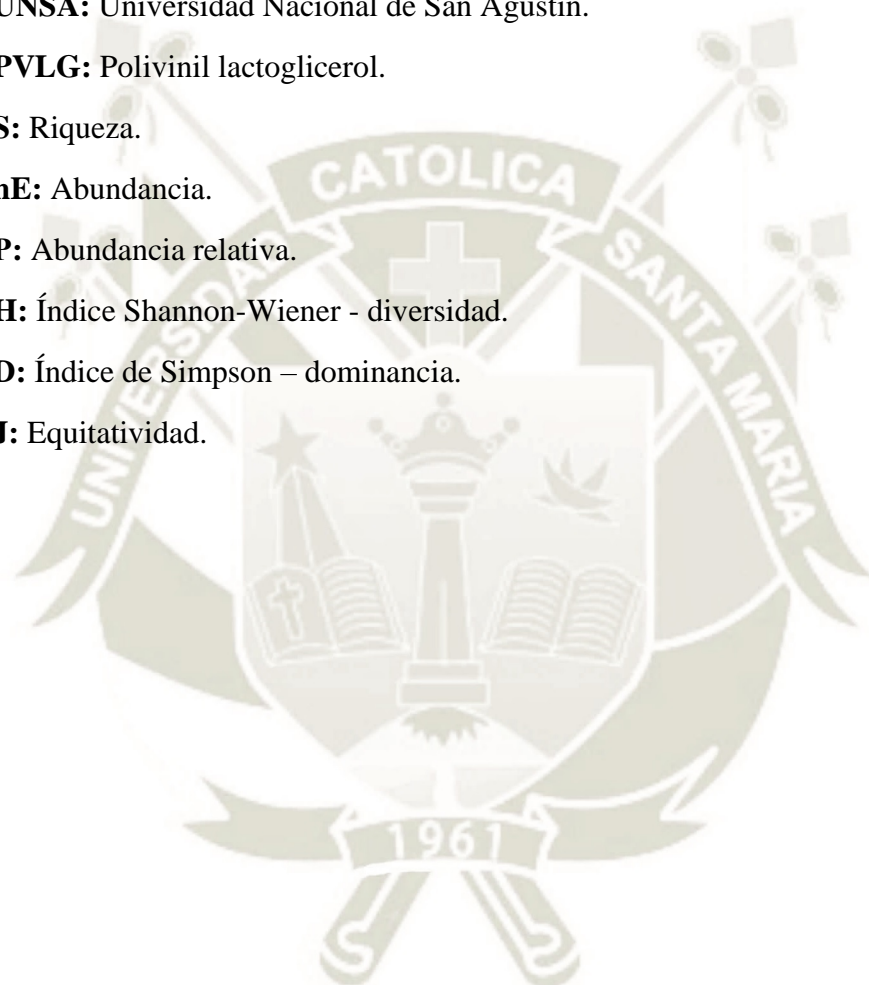
nE: Abundancia.

P: Abundancia relativa.

H: Índice Shannon-Wiener - diversidad.

D: Índice de Simpson – dominancia.

J: Equitatividad.



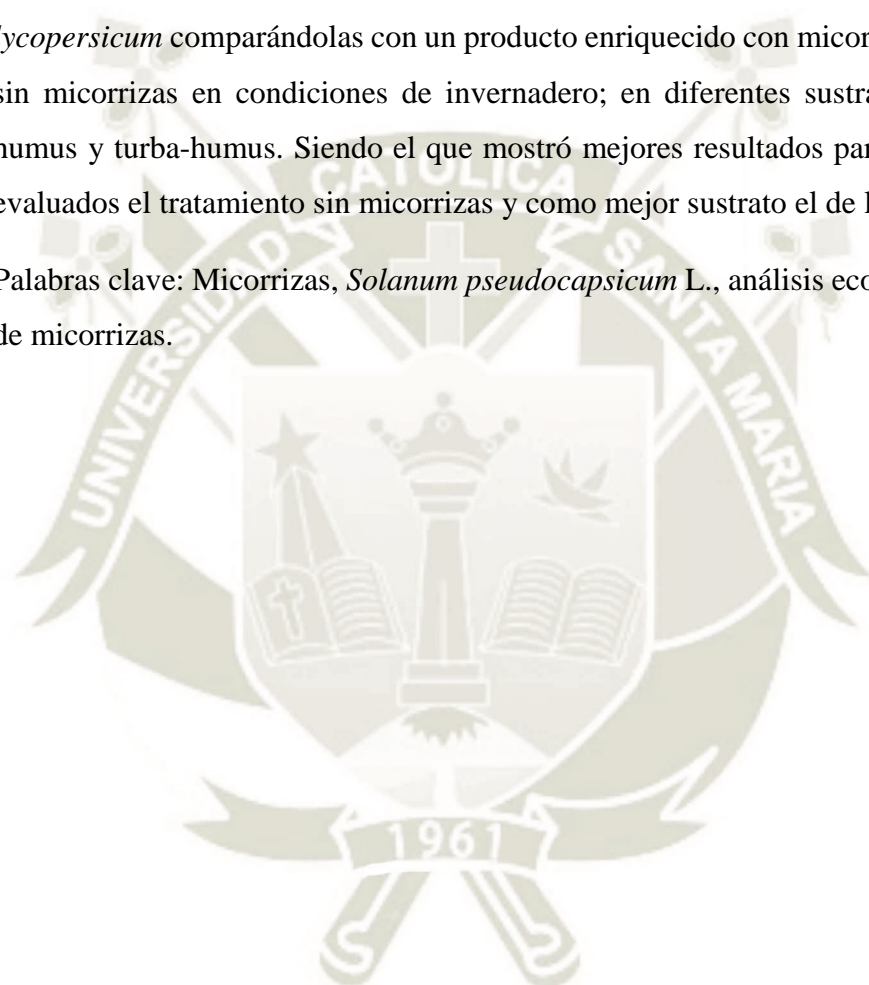
RESUMEN

Los hongos micorrícicos o conocidas generalmente como micorrizas poseen una relación simbiótica tipo mutualista con las plantas, siendo la simbiosis más abundante sobre la superficie terrestre. Las micorrizas cumplen un rol importante en la evolución de las plantas debido al transporte de nutrientes al interior de las células de la raíz de la planta; además de atribuirles resistencia contra factores bióticos y abióticos. En el desierto de La Joya se localizó tres zonas con presencia de la planta *Solanum pseudocapsicum* L. Se realizó un análisis ecológico para cada zona determinando la riqueza, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, índice de dominancia de Simpson y índice de equitatividad; además se determinó otros factores como abundancia, abundancia relativa, frecuencia de aislamiento y el desarrollo de una curva de acumulación. Se determinó una riqueza total de 14 especies de micorrizas; 8 especies presentes en la zona A, 4 especies presentes en la zona B y 5 especies presentes en la zona C; de las 14 especies se logró identificar 8 micorrizas a nivel de género pertenecientes a *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, *Diversispora* y *Ambispora*; y 6 especies que no lograron identificarse. Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fueron de 1.273, 0.8462 y 1.151 para las zonas A, B y C

respectivamente; los valores del índice de dominancia de Simpson fueron de 0.5605, 0.4744 y 0.5727 para las zonas A, B y C respectivamente; los valores del índice de equitatividad fueron 0.612, 0.6104 y 0.7153 para las zonas A, B y C respectivamente; la curva de acumulación de especies estimó un total de 23 especies para *Chao 2* y 21 especies para *Jack 1*.

Por otro lado, se evaluó la actividad de las micorrizas nativas en cultivo de *Solanum lycopersicum* comparándolas con un producto enriquecido con micorrizas comercial y sin micorrizas en condiciones de invernadero; en diferentes sustratos como turba, humus y turba-humus. Siendo el que mostró mejores resultados para los parámetros evaluados el tratamiento sin micorrizas y como mejor sustrato el de la turba.

Palabras clave: Micorrizas, *Solanum pseudocapsicum* L., análisis ecológico, actividad de micorrizas.



ABSTRACT

Mycorrhizal fungi or generally known as mycorrhizae have a mutualistic symbiotic relationship with plants, being the most abundant symbiosis on the earth's surface. Mycorrhizae play an important role in the evolution of plants due to the transport of nutrients into the cells of the root of the plant; In addition to attributing resistance against biotic and abiotic factors. In the desert of La Joya, three zones were found with the presence of the *Solanum pseudocapsicum* L. plant. An ecological analysis was carried out for each zone, determining the wealth, the Shannon-Wiener diversity index, the Simpson dominance index and the equity index; In addition, other factors such as abundance, relative abundance, isolation frequency and the development of an accumulation curve were determined. A total wealth of 14 species of mycorrhizae was determined; 8 species present in zone A, 4 species present in zone B and 5 species present in zone C; of the 14 species it was possible to identify 8 mycorrhizae at the genus level belonging to *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, *Diversispora* and *Ambispora*; and 6 species that failed to identify. The values of the Shannon-Wiener diversity index were 1,273, 0.8462 and 1,151 for zones A, B and C respectively; Simpson dominance index values were 0.5605, 0.4744 and 0.5727 for zones A, B and C respectively; Equity index values were 0.612, 0.6104 and 0.7153 for zones A, B and C respectively; The species accumulation curve estimated a total of 23 species for Chao 2 and 21 species for Jack 1.

On the other hand, the activity of native mycorrhizae in *Solanum lycopersicum* culture was evaluated by comparing them with a product enriched with commercial mycorrhizae and without mycorrhizae under greenhouse conditions; in different substrates such as peat, humus and peat-humus. Being the one that showed better results for the parameters evaluated the treatment without mycorrhizae and as the best substrate that of the peat.

Keywords: Mycorrhizae, *Solanum pseudocapsicum* L., Ecological analysis, mycorrhiza activity.